

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2012

Petr Michalčák

**VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky**

Výroba tramvají se zaměřením na elektrozařízení

Tram Production on Electrical Equipment Focus

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Michalčák**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: Výroba tramvají se zaměřením na elektrozařízení
Tram Production on Electrical Equipment Focus

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor postupu výroby elektrozařízení.
2. Praktické zkušební testy.
3. Zhodnocení postupu v návaznosti na výsledky měření.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Platné podnikové normy
2. Normy IEEE


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jindřich Olšanský**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012




prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární
prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 30.4.2012



.....

Jméno a příjmení studenta

Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Jindřichovi Olšanskému za zájem, náměty a čas, který věnoval mně i mé bakalářské práci.

Děkuji panu Ing. Zbyňkovi Šarmanovi, výkonnému řediteli Krnovských opraven a strojůren s.r.o. Krnov, za schválení tématu mé bakalářské práce.

Děkuji panu Ing. Vladimírovi Faltýskovi, náměstkovi generálního ředitele Pragoimexu a.s. Praha, za poskytnutí technické dokumentace k mé bakalářské práci.

Děkuji také panu Ing. Petrovi Vilímkovi za užitečné komentáře a připomínky.

Abstrakt

Michalčák P.: Výroba tramvají se zaměřením na elektrozařízení.
Bakalářská práce, Ostrava, VŠB-TU, 2012

Elektrická tramvaj je dopravní prostředek, v dnešní době vybavovaný technikou, která zajišťuje komfortní a bezpečný provoz.

Jednou z podmínek bezpečného provozu je splnění ustanovení příslušných norem a zkoušek UTZ.

Cílem mé bakalářské práce je seznámit čtenáře s problematikou vybraných základních zkoušek dle evropských a národních norem, které jsou nutné pro přípravu tramvaje pro TBZ (Technicko-bezpečnostní zkoušky).

Práce je složena ze dvou částí.

V první části charakterizují teoretický rozbor výroby elektrozařízení tramvaje, přístroje, použité pro kusové zkoušky, všeobecné zkušební požadavky, bezpečnost a metodiku jednotlivých dielektrických zkoušek.

V druhé části posuzují schopnost vybraných elektrických zařízení po vykonání zkoušek.

Abstract

Michalčák P.: Production of trams with the focus on electrical equipment.
Bachelor thesis, Ostrava, TU, 2012

Electric tram is a vehicle, nowadays equipped with the facilities ensuring comfortable and safe operation.

One of the preconditions for safe operation is the compliance with the relevant standards and tests of determined technical equipment (in Czech abbreviated as UTZ).

The aim of this paper is to acquaint readers with the basic issues of selected basic tests according to European and national standards that are required for preparation of streetcars for technical and safety testing (Czech abbreviation TBZ).

The work consists of two parts.

In the first part I describe the theoretical analysis of the production of electrical trams, devices used for routine tests, general test requirements, safety, and methodology of individual dielectric tests.

In the second part I assess the capacities of selected electrical equipments at examinations.

Klíčová slova

vodič, přístroj, bezpečnost, zkouška

Keywords

conductor, device, security, test

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Teoretický rozbor výroby elektrozařízení tramvaje.....	3
2.1	Elektroinstalace tramvaje.....	3
2.2	Hlavní rozvaděč.....	3
2.3	Otevírání, zavírání a osvětlení dveří	4
2.4	Osvětlení salonu a kabiny řidiče	5
2.5	Pult řidiče	5
2.5.1	Přední pult stanoviště řidiče.....	5
2.5.2	Zadní pult (pouze omezené ovládání a informace o vozidle)	6
2.6	Topení salonu a kabiny řidiče	6
2.6.1	Topení salonu	6
2.6.2	Topení kabiny řidiče	6
2.7	Hlavní vypínač - linkový stykač	7
2.8	Sběrač a bleskojistka	7
2.9	Pískovače.....	8
2.10	Statický měnič	8
2.11	Jízdní řadič	8
3.	Přístroje použité pro kusové zkoušky	9
3.1	Měřicí a testovací přístroj KV-4	9
3.2	Přenosný měřicí přístroj PU 510.....	9
3.3	Vlhkoměr GFTH95.....	9
3.4	Klešťový ampérmetr PK 300	9
3.5	Přístroj MPO 01.....	9
3.6	Přístroj PU 314	9
4.	Všeobecné zkušební požadavky.....	10
4.1	Kontrola uložení kabelového rozvodu	10
4.2	Kontrola správnosti označení vodičů a kabelů.....	10
4.3	Bezpečnost při zkoušení	10
5.	Drážní zařízení - Zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu .	11
5.1	Dielektrické zkoušky	11
5.2	Zkouška ochranného pospojování.....	12
5.3	Zkouška vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů	12
5.4	Zkouška osvětlovacích systémů.....	12
5.5	Zkouška dveřních systémů	12
5.6	Zkouška jiných systémů	12
5.7	Zkouška zařízení pro nabíjení baterie	12
5.8	Zkouška řídicích systémů	12

6.	Zkoušení drážního vozidla před a po dokončení	13
6.1	Zkouška izolačního odporu.....	13
6.2	Zkouška výdržným napětím.....	15
6.3	Zkouška ochranného pospojování - ukostření a ukolejnění	16
6.4	Zkouška vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů	18
6.4.1	Zkouška Kalorifér stanoviště řidiče	18
6.4.2	Zkouška Klimatizační jednotka stanoviště řidiče	19
6.4.3	Zkouška Topení salonu vozu	21
6.5	Zkouška osvětlovacích systémů.....	22
6.5.1	Zkouška Osvětlení salonu vozu	22
6.6	Zkouška dveřních systémů	24
6.7	Zkouška pískovačů	29
6.8	Zkouška hlavní vypínač - linkový stykač.....	30
6.9	Zkouška nabíječ baterie - statický měnič	31
6.10	Zkouška řídicí systémy - ovladače stanoviště řidiče	32
6.10.1	Zkouška řadiče.....	32
6.10.2	Zkouška ovladačů	33
7.	Závěr	34
	Seznam použité literatury	36

1. Úvod

Tramvaj Vario LF je jeden z produktů výrobního programu tramvají Krnovských opraven a strojůren. Tato tramvaj je vyrobena jako hrubá stavba a postupně vybavena mechanickou a elektrickou částí podle technických podmínek, které si zadá zákazník.

Tramvaj Vario LF je jednosměrný čtyřnápravový nízkopodlažní motorový vůz. Je určen pro provoz jedním nebo dvěma vozy ve vlaku nebo soupravou složenou z jednoho motorového vozu a vlečného vozu. Pojezd vozu má dva trakční podvozky KOMFORT s primárním i sekundárním vypružením. Každý podvozek má dosazeny dva stejnosměrné nebo asynchronní motory. Na hřídeli motorů je umístěna elektromechanická kotoučová brzda. Elektrická výzbroj na střeše vozidla spolu s trakčními motory na podvozku může být stejnosměrná resp. střídavá. Laminátová čela mohou být nového designového provedení nebo původního typu T3. Podíl nízké podlahy tramvaje činí 36%.

Hrubá stavba [1,2]

Hrubá stavba skříně typu Var CB3LF je svařovaná, lehké ocelové konstrukce s antikorozií úpravou, s laminátovými čely, která jsou ke skeletu přichycena pružným lepícím tunelem.

Tramvajová skřín

- Při šířce vozidlové skříně 2 500 mm v souladu s platnou normou maximalizuje možnou vzdálenost otočných čepů na 7 500 mm.
- Výška podlahy od temena kolejnice je 860 / 350 mm.
- Umožňuje montáž elektrického pohonu do střední konstrukce.
- Při její konstrukci a výrobě jsou využívány nejmodernější technologie – uzavřené profily, lepená čela, ochrana proti korozi.
- Je registrována jako užitný vzor u Úřadu průmyslového vlastnictví České republiky pod číslem 1432 ze dne 10. 5. 2004.

Elektrická výzbroj

Je použit trakční pohon s AC (DC) přenosem výkonu. Řízení pohonu je mikroprocesorové na bázi IGBT techniky s rekuperací. Jeden střídač je určen pro jeden podvozek. Výzbroj je umístěna na střeše vozidla.

Technická data vozidla:

Rozchod	1 435 mm
Šířka vozidla	2 480 mm
Hmotnost prázdné tramvaje	21 200 ± 5% kg
Počet míst k sezení	33 míst
Počet míst ke stání při 4 os/m ²	58 míst
Počet míst pro invalidní vozíky / kočárky	1 / 1 míst
Max obsaditelnost při 8 os/m ²	149 míst
Instalovaný výkon	360 kW
Max rychlost	65 km/h
Zrychlení prázdného vozu	1,8 m / s
Poloměr projížděného oblouku	18 m
Počet trakčních podvozků	2
Adhezní hmotnost	100 %



Obr. 1 Tramvaj T3LF v Plzni [3]

2. Teoretický rozbor výroby elektrozařízení tramvaje

Základem tramvaje je hrubá stavba. Je to kompletní vyrobená karoserie, která je po lakování připravená pro montáž jednotlivých funkčních celků.

Montáž jednotlivých funkčních celků:

2.1 Elektroinstalace tramvaje

Vedení vodičů a kabelů.

Provedení elektrického rozvodu vozu odpovídá ČSN EN 50 153.

Vodiče v obvodech 600 V mají izolaci na 3500 V, jsou použity vodiče:

- výrobce HUBER+SUHNER

RADOX 4GKW AX použité řady z rozmezí 2,5 - 120 mm²

RADOX 4GKW EMC použité řady z rozmezí 2,5 - 120 mm²

Vodiče v obvodech pomocných 3x230 V, 50 Hz a řídicích 24 V mají izolaci na 750 V, jsou použity vodiče:

- výrobce KABLO

H07V-K použité řady z rozmezí 1,5 - 95 mm²

- výrobce UNITRONIC

LIYCY použité řady z rozmezí 1,5 - 2,5 mm²

Vodiče v obvodech informační sítě:

- výrobce UNITRONIC

CAT 5 použité řady z rozmezí 0,15 mm²

Pro uložení kabelů jsou použity:

- ochranné hadice a tvarovky výrobce FLEXA

- ochranné kanály a tvarovky výrobce IBOCO

- ochranné pletené hadice a bužírky výrobce GPH

- oddělovací přepážky výrobce CES

Pro ukončení kabelů a vodičů jsou použity:

- svorky a popisy výrobce WEIDMULLER

- konektorové komplety výrobce HARTING

- kabelová oka, dutinky a konektory výrobce GPH

2.2 Hlavní rozvaděč



Obr. 2 Hlavní rozvaděč [3]

V tramvaji je použit rozvaděč vyvinutý firmou PRAGOIMEX a vyrobený firmou IRONET. Rozvaděč se skládá z těchto částí:

- kostra rozvaděče
- přístrojový rám informačního systému, výrobce BUSE
- přístrojový rám systémových informací, výrobce MESIT
- přístrojový rám pro ovládání jednotlivých celků tramvaje, sestává ze skupiny relé výrobců WEIDMULLER a ALLEN BRADLEY
- přístrojový rám jističů výrobce OEZ

Přístrojové rámy jsou navzájem propojeny pomocí svorkovnic a konektorových spojů.

Hlavní rozvaděč je propojen s ostatními přístrojovými skupinami pomocí svorkovnic a přednostně pomocí konektorových spojů výrobce HARTING.

2.3 Otevírání, zavírání a osvětlení dveří



Obr. 3 Svorkovnice dveří [3]



Obr. 4 Jednotka řízení dveří [3]



Obr. 5 Pohon dveří [3]

Dveře jsou ovládány pohonným systémem IGE 11 300 s řídicí jednotkou RC-2 zaručující ochranu proti sevření.

Tlačítka pro poptávku cestujícími, výrobce AMTEK.

Dveře jsou ovládány elektromechanickým pohonem umístěným bezprostředně ve vnitřním prostoru nad dveřním portálem.

Za klidu vozidla se jednotlivé dveře otvírají po uvolnění dveří ze strany řidiče vně i zevnitř vozu, tlačítka předvolby otevření dveří umístěnými na bočnici vozidla v blízkosti dveří (vně) a na svislých madlech (zevnitř).

Ze stanoviště řidiče je možné dveře otevřít, zavřít. Ovládání předních dveří je možno oddělit od ovládání ostatních dveří. Dveře jsou vybaveny nouzovým mechanickým ovládáním.

Funkce dveří splňuje podmínku blokování rozjezdu tramvaje při neuzavřených dveřích. Tuto funkci lze zrušit vypínačem na ovládacím panelu za řidičem.

Vnější ovládání 1. dveří je přemístěno z bočnice vozidla pod nárazník.

Pokud dojde k zabránění volného pohybu dveří a odběr proudu stejnosměrného motoru překročí nastavenou velikost, dochází v průběhu zavírání k reverzaci motoru a dveře se otevrou. Tato operace se zopakuje 3x a pak zůstávají dveře stále otevřeny.

Osvětlení schodů ve stropě je realizováno svítidlem LED SVD-02-R 24VDC a SVD-02-W 24VDC, výrobce ELECO.

2.4 Osvětlení salonu a kabiny řidiče



Obr. 6 Osvětlení salonu cestujících [3]

Osvětlení salonu cestujících je realizováno svítidlem Těloso osvětlovací (Modul 1-6), 1x21W/24V, výrobce SEC Nitra.

Osvětlení kabiny řidiče je realizováno svítidlem ARCOL 281, výrobce ARCOL.

2.5 Pult řidiče

2.5.1 Přední pult stanoviště řidiče



Obr. 7 Přední pult řidiče [3]

Přední pult řidiče je sestaven z laminátového dílu, do kterého jsou montovány tyto komponenty:

- maska a popisy pultu řidiče, výrobce ARCO
- ovládací prvky HARMONY, výrobce SCHNEIDER
- rychloměr TM 10, výrobce MESIT
- palubní počítač BS 100, výrobce BUSE
- ovládací prvky VS 16, výrobce OBZOR
- ruční řadič 2KRD56, výrobce LEKOV

Přední pult řidiče je určen pro ovládání tramvaje, jsou zde umístěny potřebné ovladače, kontrolní a diagnostické přístroje.

2.5.2 Zadní pult (pouze omezené ovládání a informace o vozidle)



Obr. 8 Zadní pult řidiče [3]

- maska a popisy pultu řidiče, výrobce ARCO
- ovládací prvky HARMONY, výrobce SCHNEIDER
- odpojovač baterie E-1073, výrobce E-T-A

Zadní pult řidiče je určen pro omezený pohyb tramvaje, například dopravu po depu. Není určen pro běžnou jízdu na trati. V prostoru pod zadním pultem je umístěn odpojovač baterie, který se používá pro vypnutí obvodu baterie při odstavení vozidla.

2.6 Topení salonu a kabiny řidiče

2.6.1 Topení salonu



Obr. 9 Topení salonu cestujících [3]

- topení je typ RT3/2K, výrobce MEP Postřelmov
- topení je zapojeno na dvě pracovní části, na poloviční (2 topidla) a plný výkon (5 (topidel), umístěno je pod sedadly. Topení slouží k vytápění prostoru salonu cestujících.,

2.6.2 Topení kabiny řidiče

Typ topidla je TAU 03, výrobce ALFA UNION

Topidlo má topnice XJ 17 a tepelný tok je zajištěn asynchronním pohonem. Zařízení zajišťuje též ofukování čelního a bočních skel proti zamlžování.

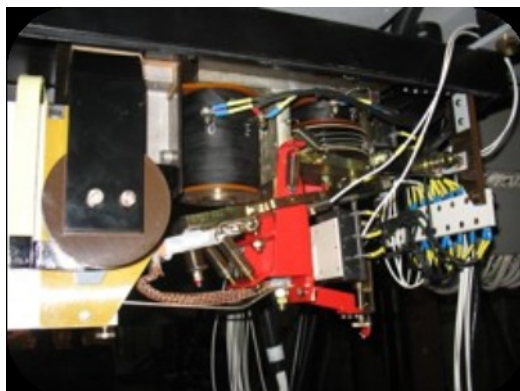
Teplota v kabině řidiče je plynule regulovatelná. Řidič z ovládacího pultu reguluje teplotu vystupujícího vzduchu a jeho množství.

Kalorifér je zařízení sloužící k vytápění stanoviště řidiče a k rozmrazování čelních skel.

Při topení je kaloriférem pomocí rozvodu vzduchotechniky dopravován vzduch do kabiny řidiče. Zde je využit pro vytápění kabiny řidiče, popřípadě slouží k odmlžení čelních skel.

2.7 Hlavní vypínač - linkový stykač

Hlavní vypínač je použit typ SL 11, výrobce ALFA UNION. Jmenovité napětí je 750 V a jmenovitý proud je 350 A. Maximální vypínací proud je 450 A. Minimální vypínací proud je 50 A.



Obr. 10 Linkový stykač [3]

Maximální relé je společně s linkovým stykačem ve společné skříni, která je umístěna ve spodku vozu v jeho přední části. Pokud trakční proud například při zkratu dosáhne hodnoty vypínacího proudu či vyšší hodnoty, relé rozpojí elektricky trakční obvod a zároveň silným přitažením kotvy rozeptne kontakty linkového stykače. Tímto způsobem je dosaženo bezpečného vypnutí trakčního obvodu.

2.8 Sběrač a bleskojistka



Obr. 11 Sběrač [3]

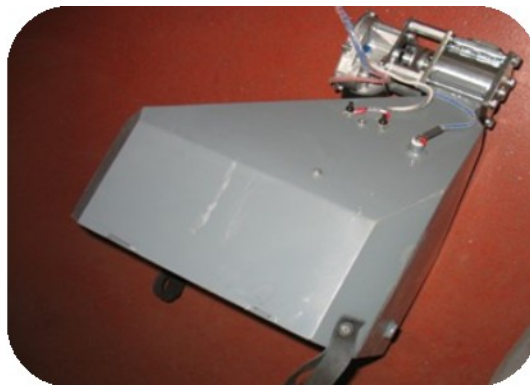
Sběrač je použit od výrobce LEKOV, typ jednoramenný EPDE 17 – 2600. Jmenovité napětí 600/750 DC. Jmenovitý proud 1500 A. Stahování elektrické (servomotor), nouzové – ruční.

Sběrač slouží pro přivedení trakčního napětí z trolejového vedení do tramvaje během jízdního a klidového režimu. Sběrač je mechanicky upevněn na střeše vozu na izolátorech. Proud prochází celou vodivou konstrukcí pantografu. Sběrač je opatřen smýkadly s dvěma samonosnými hliníkovými lištami s nalepeným uhlíkovým obložením.

Bleskojistka je použita GXS 1,3, výrobce ABB.

Bleskojistka je umístěna na střeše vozu a slouží jako ochrana elektrického zařízení vozu proti přepětí.

2.9 Pískovače



Obr. 12 Pískovač [3]

Pískovač je použit typu PZKV - 01, výrobce TRIBOTEC

Pískovač je moderní a ekologický systém, který svojí konstrukcí zajišťuje, při snížených adhezních podmínkách kolejového svršku (bláto, listí, pyl, atd.), dosažení nutných fyzikálních podmínek pro jízdu tramvaje. Pískovač je umístěn na podlaze uvnitř vozidla pod sedáky.

2.10 Statický měnič



Obr. 13 Statický měnič [3]

Statický měnič je použit typu NST-3082, dodavatel ELEKTRIC

Statický měnič slouží k napájení baterie a elektrických zařízení z trolejového vedení v tramvaji.

2.11 Jízdní řadič



Obr. 14 Jízdní řadič [3]

Jízdní řadič je použit typu KRD 56, výrobce LEKOV

Ruční (jízdní) řadič je upevněn před panelem řidiče po levé straně. Ručním řadičem volí řidič velikost jízdního a brzdného momentu.

3. Přístroje použité pro kusové zkoušky

3.1 Měřicí a testovací přístroj KV-4

Měřicí a testovací přístroj pro provádění zkoušek elektrických předmětů přiloženým vysokým napětím.

Výrobní číslo: 111

Datum kalibrace: 03. 03. 2011

3.2 Přenosný měřicí přístroj PU 510

Přenosný měřicí přístroj PU 510 je více rozsahovým měřidlem pro měření stejnosměrného a střídavého napětí, proudu a elektrického odporu v číslicových hodnotách.

Výrobní číslo: 7329740

Datum kalibrace: 06. 02. 2011

3.3 Vlhkoměr GFTH95

Digitální vlhkoměr GFTH 95 měří vlhkost a teplotu vzduchu.

Výrobní číslo: neuvedeno (inventární číslo: 1.42/0011)

Datum kalibrace: 08. 02. 2011

3.4 Klešťový ampérmetr PK 300

Klešťový ampérmetr PK300 , měření odporu, napětí a proudu

Výrobní číslo: 70699488

Datum kalibrace: 16. 02. 2011

3.5 Přístroj MPO 01

Je speciální měřicí přístroj, který slouží na měření přechodového odporu mezi ochrannou svorkou a příslušnými kovovými částmi elektrických předmětů

Výrobní číslo: 595

Datum kalibrace: 10. 02. 2011

3.6 Přístroj PU 314

Je měřicí přístroj izolačního stavu, hodnoty 100V, 500V a 1000V.

Výrobní číslo: 38442641

Datum kalibrace: 16. 02. 2011

4. Všeobecné zkušební požadavky

4.1 Kontrola uložení kabelového rozvodu [9]

Kabely a montážní materiály musí mít provedeny typové zkoušky.

Všechny součásti kabelových rozvodů musí být montovány a chráněny tak, aby se předešlo nebezpečí (např. úrazu elektrickým proudem nebo požáru, problémům EMC).

Elektrické spoje musí být provedeny tak, aby během provozu nemohlo dojít k samovolnému rozpojení, ani přerušení tepelnými vlivy a dynamickým zatížením.

Montáž kabelového rozvodu z hlediska ochrany před elektrickým proudem musí být provedena v souladu s EN 50153 ed.2.

Kontrola poloměrů ohybů a další mechanické požadavky:

Kabely musí být instalovány tak, aby minimální poloměry ohybu u pevně instalovaných kabelů a kabelů, které se během provozu ohýbají, nebyly menší než poloměry uvedené výrobcem.

Kontrola opakovaných ukončení:

Jedno- a vícežilové kabely se jmenovitým průřezem vodiče 16 mm² nebo menším mají mít u každého ukončení dostatečnou záložní délku, aby bylo možné provést minimálně 3 opakovaná ukončení.

Kontrola oddělení kabelů z bezpečnostních důvodů s rozdílným jmenovitým napětím nebo zatížením:

Při ukládání kabelů do svazku musí být kabely, s rozdílným napětím nebo zatížením, co nejvíce odděleny.

Oddělení musí být provedeno vzdáleností, pomocí izolačních přepážek nebo uzemněných kovových zábran.

Pokud nemůže být provedeno oddělení vzdáleností, například kvůli omezenému použitelnému prostoru, musí být kabely odděleny přepážkou nebo izolací.

4.2 Kontrola správnosti označení vodičů a kabelů

Kabely anebo jednotlivé žíly instalované ve vozidle musí být označeny pro účely identifikace na všech koncovkách a ostatních odpojitelných bodech.

4.3 Bezpečnost při zkoušení [11,12]

Musí být splněny požadavky:

50/1978 Sb. Vyhláška o odborné způsobilosti v elektrotechnice.

100/1995 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení).

5. Drážní zařízení - Zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu.

5.1 Dielektrické zkoušky [7,10]

Tyto zkoušky se provádí na dokončeném vozidle. Mohou být také prováděny na nedokončeném vozidle, ve výrobním podniku po dokončení kabeláže, po montáži, ale před připojením zařízení, které již bylo individuálně odzkoušeno na dielektrickou pevnost. V tomto případě musí být provedeno ověření izolačního odporu každého obvodu na zcela dokončeném vozidle.

Zařízení jako jsou točivé stroje, na kterých byly provedeny zkoušky izolace v souladu s normou (EN nebo IEC) mohou být před dielektrickou zkouškou vozidla odpojena.

Zkouška zkušebním napětím

Obecně je zařízení tvořeno několika obvody s různými hladinami izolace; každý z těchto obvodů musí být odděleně vyzkoušen proti kostře, přičemž všechny ostatní obvody musí být vždy spojeny s kosterou.

Pokud je to nezbytné, mají být stykače a spínače v zapnuté poloze nebo zkratovány k zajištění, že všechny části obvodu jsou propojeny. Je nutné zabránit případnému výskytu abnormálních napětí způsobených kapacitními nebo induktivními účinky.

Zařízení, která by mohla být poškozena, např. elektronické součástky, musí být během zkoušek odpojena nebo zkratována. Taková zařízení musí nejdříve splnit zkoušku izolace podle příslušné normy.

Zkouška izolačního odporu

Pokud není stanoveno jinak, pak zkušební napětí musí být nejméně 500 V DC a minimální hodnoty izolačního odporu nesmí být nižší než:

- 5 M Ω pro obvody se jmenovitým napětím rovným nebo větším než 300 V DC nebo 100 V AC;
- 1 M Ω pro obvody se jmenovitým napětím menším než 300 V DC nebo 100 V AC.

Může být dohodnuta hodnota menší než 1 M Ω , aby byly zohledněny známé podmínky, jako je vysoká vlhkost nebo vysoká okolní teplota, použití zvláštních kabelů atd.

Výše uvedené podmínky a podmínky okolního prostředí (teplota a relativní vlhkost), musí být zaznamenány.

Pokud je zkouška izolačního odporu provedena před a po zkoušce zkušebním napětím, musí být zkušební podmínky pro obě zkoušky stejné a hodnota izolačního odporu naměřeného po zkoušce zkušebním napětím musí být v toleranci 10 % vůči hodnotě naměřené před zkouškou.

Zkouška výdržným napětím

Tramvaj má dvě napěťové skupiny obvodů: 24 V DC a 600 V DC. Každá skupina musí být samostatně vyzkoušena na uzemnění, přičemž jsou všechny další skupiny uzemněny.

Je-li to nezbytné, stykače a jiné spínače mají být spojeny nebo zkratovány, aby bylo zajištěno připojení všech částí obvodu. Musí být provedena veškerá opatření k zamezení abnormálních napětí, způsobených kapacitními a indukčními vlivy.

Zařízení, která by byla během zkoušek pravděpodobně poškozena, např. elektronické součástky musí být odpojena nebo zkratována. Taková zařízení musí nejdříve projít zkouškou izolace podle příslušné normy k tomuto zařízení.

Každá žíla nebo obvod mohou být zkoušena samostatně na zemní spojení. V takovém případě nesmí být jiné vodiče nebo obvody uzemněny.

Zkušební napětí je:

- 2500V AC pro obvody se jmenovitým napětím 600 V DC;
- 750 V AC pro obvody se jmenovitým napětím 24 V DC.

Předpokládá se, že použité kabely prošly zkouškou výrobku před instalací. Jelikož zkouška popsaná v této normě je určena ke zjištění instalačních vad, délka trvání zkoušky je stanovena v délce 1 minuta.

Tato zkouška byla úspěšná, pokud během ní nedošlo k žádnému přeskočení ani nebylo zjištěno snížení napětí (průraz).

5.2 Zkouška ochranného pospojování

Zkoušky musí být provedeny pro zjištění, že ochranné pospojování a zpětné obvody splňují požadavky stanovené EN 50 153. Ohebné propojky musí mít vhodnou délku pro přizpůsobení se největším relativním pohybům připojovacích míst. Musí se ověřit, že ukostření a svorky propojek zpětných obvodů jsou snadno přístupné a viditelné při kontrole.

5.3 Zkouška vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů

Zkoušky musí ověřit správnou činnost vytápění, větrání a klimatizace a systémů kontroly prostředí. Musí být kontrolována zejména zařízení pro vytápění a klimatizaci nebo nucené větrání, zda jsou přiměřeně schopná udržet teploty, proudění vzduchu atd., dle podmínek stanovených kontraktem.

5.4 Zkouška osvětlovacích systémů

Musí se ověřit, že všechna svítidla svítí a spínače osvětlení (např. pro normální a pro nouzové osvětlení, atd.) jsou funkční i při poruchových stavech, v souladu s kontraktem.

Zkoušky vybavení pro zásobování a obsluhu:

Zkoušky musí ověřit správnou funkci vybavení pro zásobování a obsluhu v souladu s kontraktem, zejména se zřetelem na provoz, povrchové teploty a obvyklou bezpečnost.

5.5 Zkouška dveřních systémů

Musí být ověřeno, že vnější a vnitřní ovládání dveří, schodů a dálkové ovládání dveřních uzavíracích systémů splňuje funkční požadavky stanovené kontraktem.

Kontroly musí zahrnout všechny dveřní indikátory, bezpečnostní smyčky a řídicí systémy pro běžný a nouzový vstup a výstup za všech provozních podmínek stanovených kontraktem.

5.6 Zkouška jiných systémů

Musí být ověřeno, že při všech stanovených podmínkách zkoušky, tyto systémy plní správně v jejich provozním prostředí, v souladu s kontraktem.

5.7 Zkouška zařízení pro nabíjení baterie

Při kusových zkouškách baterie a nabíječe stačí změřit:

- a) maximální nabíjecí proud s jeho mezní hodnotou;
- b) maximální napětí.

5.8 Zkouška řídicích systémů

Musí být odzkoušeny všechny řídicí funkce pomocí vlastních ovladačů, spínačů a tlačítek na řídicím stanovišti nebo na příslušném místě ve vozidle, k ověření, že se příslušné činnosti projeví ve správné návaznosti, pokud je to při stacionární zkoušce možné.

Zkouška musí být provedena pro všechny běžné, nouzové a chybné provozní stavy stanovené kontraktem. Pokud je to vhodné, mohou být tyto zkoušky kombinovány se zkouškami jednotlivých systémů.

6 Zkoušení drážního vozidla před a po dokončení

6.1 Zkouška izolačního odporu

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 314
- Vlhkoměr GFTH95

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní:	21°C
Vlhkost:	28 %

Technická data udaná výrobcem

Silnoprůdová část:

Huber+Suhner RADOX® 4 GKW-AX

Jmenovité napětí	1800/3000 V
Počet žil	1
Izolace	RADOX GKW/GKW S
Stínění	ne

Huber+Suhner RADOX® 4 GKW-AX EMC

Jmenovité napětí	1800/3000 V
Počet žil	1
Vnitřní izolace	RADOX GKW K/GKW S
Vnější izolace	RADOX GKW S
Stínění	ano

Slaboprůdová část:

Draka CZ, Draka ES H07V-K

Jmenovité napětí	450/750 V
Počet žil	1
Vnější izolace	PVC

Belden, Belden

Jmenovité napětí	450/750 V
Počet žil	2
Vnější izolace	PVC

LAAP Kabel, UNITRONIC LiYCY

Jmenovité napětí	350 V pro průřez 0,14 mm ²
Jmenovité napětí	500 V od průřezu 0,25 mm ²
Počet žil	2-7
Vnější izolace	PVC

Zkouška izolačního odporu - obvody 600V DC

Při zkoušce byly proměřeny obvody následujících tras:

- Filtr EMC - rozvaděč R3, použitý pro soustavu stykačů, ovládacích topnice topení cestujících.
- Filtr EMC - sběrač ES.
- Rozvaděč R3 - hlavní linkový stykač (maximální relé) HLS.
- Rozvaděč R3 - kontejner pohonu RM1, měnič napětí pro trakční skupinu podvozku 1, používá se pro ovládání jízdního a brzdového režimu.
- Rozvaděč R3 - kontejner pohonu RM2, měnič napětí pro trakční skupinu podvozku 1, používá se pro ovládání jízdního a brzdového režimu.
- Kontejner pohonu RM1 - trakční svorkovnice XTM1, 1. podvozku.
- Kontejner pohonu RM1 - trakční svorkovnice XTM2, 1. podvozku.
- Kontejner pohonu RM2 - trakční svorkovnice XTM3, 2. podvozku.
- Kontejner pohonu RM2 - trakční svorkovnice XTM4, 2. podvozku.
- Rozvaděč R3 - kalorifér KAL, topení kabiny řidiče.

- Rozvaděč R3 - statický měnič STM, napájení baterie a řídících a pomocných obvodů tramvaje.
- Rozvaděč R3 - topení RT1, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT2, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT3, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT4, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT5, vytápění salonu cestujících.

Mezi obvody 600 V DC a kostrou vozidla byla provedena zkouška napětím 500 V DC izolačního odporu. Každý vodič z výše uvedených skupin byl jednotlivě a naměřená hodnota byla vždy 100 MΩ. Byla takto splněna podmínka minimálního izolačního odporu 5 MΩ.



Obr. 15 Měření izolačního odporu [4]

Výsledek měření:

Podmínka minimálního izolačního odporu byla splněna, naměřené hodnoty jsou výrazně vyšší. Kabeláž zkoušky izolačního odporu vyhověla.

Zkouška izolačního odporu - obvody 24 V DC

Při zkoušce byly proměřeny obvody následujících tras:

- Hlavní rozvaděč BR - rozvaděč R3.
- Hlavní rozvaděč BR - kontejner pohonu RM1
- Hlavní rozvaděč BR - kontejner pohonu RM2
- Hlavní rozvaděč BR - přední stanoviště řidiče STR
- Hlavní rozvaděč BR - hlavní linkový stykač HLS
- Hlavní rozvaděč BR - zadní stanoviště řidiče ZST
- Hlavní rozvaděč BR - klimatizace KLI
- Hlavní rozvaděč BR - osvětlení kabiny řidiče a salonu
- Hlavní rozvaděč BR - venkovní osvětlení
- Hlavní rozvaděč BR - pískovače YAP
- Hlavní rozvaděč BR - kalorifér KAL
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT1
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT2
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - statický měnič STM
- Hlavní rozvaděč BR - vozidlová baterie BAT

Mezi obvody 24 V DC a kostrou vozidla byla provedena zkouška napětím 500 V DC izolačního odporu. Každý vodič z výše uvedených skupin byl jednotlivě a naměřená hodnota byla vždy 20 MΩ. Byla takto splněna podmínka minimálního izolačního odporu 1 MΩ.

Podmínka minimálního izolačního odporu byla splněna, naměřené hodnoty jsou výrazně vyšší. Kabeláž zkoušky izolačního odporu vyhověla.

6.2 Zkouška výdržným napětím

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Měřicí a testovací přístroj KV-4
- Vlhkoměr GFTH95

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní:	20°C
Vlhkost:	29 %

Technická data udaná výrobcem

Silnoprůdová část:

Huber+Suhner RADOX® 4 GKW-AX

Jmenovité napětí	1800/3000 V
Počet žil	1
Izolace	RADOX GKW/GKW S
Stínění	ne

Huber+Suhner RADOX® 4 GKW-AX EMC

Jmenovité napětí	1800/3000 V
Počet žil	1
Vnitřní izolace	RADOX GKW K/GKW S
Vnější izolace	RADOX GKW S
Stínění	ano

Slaboprůdová část:

Draka CZ, Draka ES H07V-K

Jmenovité napětí	450/750 V
Počet žil	1
Vnější izolace	PVC

Belden, Belden	
Jmenovité napětí	450/750 V
Počet žil	2
Vnější izolace	PVC

LAAP Kabel, UNITRONIC LiYCY

Jmenovité napětí	350 V pro průřez 0,14 mm ²
Jmenovité napětí	500 V od průřezu 0,25 mm ²
Počet žil	2-7
Vnější izolace	PVC

Zkouška výdržného napětí obvodu 600 V DC

Při zkoušce byly proměřeny obvody následujících tras:

- Filtr EMC - rozvaděč R3, použitý pro soustavu stykačů, ovládacích topnice topení cestujících.
- Filtr EMC - sběrač ES.
- Rozvaděč R3 - hlavní linkový stykač (maximální relé) HLS.
- Rozvaděč R3 - kontejner pohonu RM1, měnič napětí pro trakční skupinu podvozku 1, používá se pro ovládání jízdního a brzdového režimu.
- Rozvaděč R3 - kontejner pohonu RM2, měnič napětí pro trakční skupinu podvozku 1, používá se pro ovládání jízdního a brzdového režimu.
- Kontejner pohonu RM1 - trakční svorkovnice XTM1, 1. podvozku.
- Kontejner pohonu RM1 - trakční svorkovnice XTM2, 1. podvozku.
- Kontejner pohonu RM2 - trakční svorkovnice XTM3, 2. podvozku.
- Kontejner pohonu RM2 - trakční svorkovnice XTM4, 2. podvozku.
- Rozvaděč R3 - kalorifer KAL, topení kabiny řidiče.
- Rozvaděč R3 - statický měnič STM, napájení baterie a řídicích a pomocných obvodů tramvaje.
- Rozvaděč R3 - topení RT1, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT2, vytápění salonu cestujících.

- Rozvaděč R3 - topení RT3, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT4, vytápění salonu cestujících.
- Rozvaděč R3 - topení RT5, vytápění salonu cestujících.

Kabely RADOX 4 GKW-AX; RADOX 4 GKW-AX EMC

Mezi obvody 600 V DC a kostrou vozidla byla provedena zkouška výdržným napětím 2500 V AC/50Hz po dobu 1 minuty.

Výsledky měření:

Podmínka 1 minuty výdržného napětí byla splněna, zkouška v ani jednom případě nebyla přerušena průrazem. Kabeláž zkoušce výdržného napětí vyhověla.

Zkouška výdržného napětí obvodu 24 V DC

Při zkoušce byly proměřeny obvody následujících tras:

- Hlavní rozvaděč BR - rozvaděč R3.
- Hlavní rozvaděč BR - kontejner pohonu RM1
- Hlavní rozvaděč BR - kontejner pohonu RM2
- Hlavní rozvaděč BR - přední stanoviště řidiče STR
- Hlavní rozvaděč BR - hlavní linkový stykač HLS
- Hlavní rozvaděč BR - zadní stanoviště řidiče ZST
- Hlavní rozvaděč BR - klimatizace KLI
- Hlavní rozvaděč BR - osvětlení kabiny řidiče a salonu
- Hlavní rozvaděč BR - venkovní osvětlení
- Hlavní rozvaděč BR - pískovače YAP
- Hlavní rozvaděč BR - kalorifér KAL
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT1
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT2
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - topení RT3
- Hlavní rozvaděč BR - statický měnič STM
- Hlavní rozvaděč BR - vozidlová baterie BAT

Kabely H07V-K, Belden, UNITRONIC LiYCY

Mezi obvody 24 V DC a kostrou vozidla byla provedena zkouška napětím 750 V AC po dobu 1 minuty.

Výsledky měření:

Podmínka 1 minuty výdržného napětí byla splněna, zkouška v ani jednom případě nebyla přerušena průrazem. Kabeláž zkoušce výdržného napětí vyhověla.

6.3 Zkouška ochranného pospojování-ukostření a ukolejnění

Všechny proudové okruhy na tramvaji, u nichž je zpětné vedení spojeno s kolejnicí musí mít na společné ukolejňovací přípojnicí připojeny, kromě pracovních a zpětných vedení, i vedení ochranná. Tato skutečnost se ověřuje zkouškou - ukostření a ukolejnění.

Při této zkoušce se proměřuje, zda ukolejňovací přípojnice je spolehlivě vodivě spojená přes kovová dvojkolí s kolejnicí a zda jednotlivé části skříně vozidla jsou dokonale vodivé. Tam, kde je vodivé spojení znemožněno nevodivými hmotami (pryžové díly, odpružení kol) musí být tato místa překlenuta ohebnými vodiči vyhovujícího průřezu. Celkový průřez těchto vodičů musí odpovídat proudovému zatížení nejvíce však 7 A/mm². Nejmenší dovolený průřez na podvozek je 70 mm². Toto propojení musí být i na podvozcích bez trakčního pohonu. Přechodový odpor mezi kovovou konstrukcí skříně kolejového vozidla a rámem nesmí přesahovat hodnotu 0,02 Ω. Současně se kontroluje i dostatečná délka ohebných vodičů vzhledem k poloměrum tratě.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj MPO 01
- Vlhkoměr GFTH95

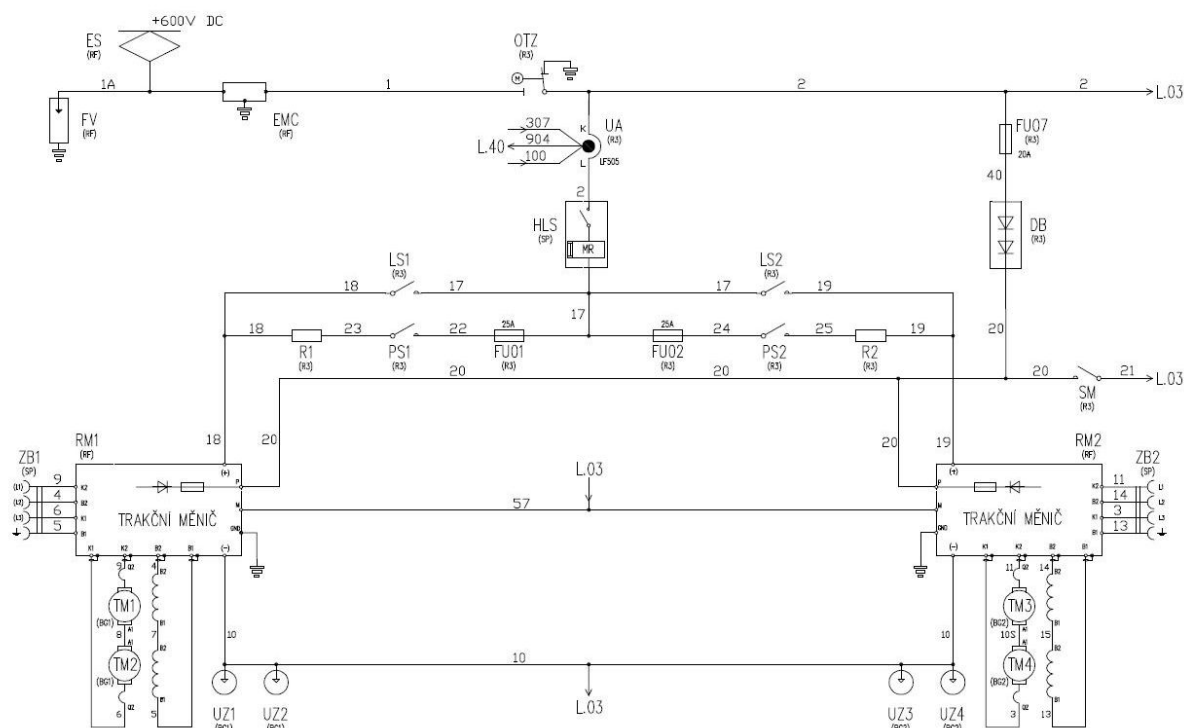


Schéma č. 1 Trakční obvody 600V [5]

Atmosférické podmínky, podmínky zkoušky a bezpečnost

Teplota vnitřní: 21 °C
Vlhkost: 28 %

Parametry

Přechodový odpor (kostra vozu - kolejnice)
Impedance mezi skříní vozu a ochranným vodičem dle ČSN EN 50153 ed.2

nesmí být větší než 0,05 Ω

maximální hodnota do 0,02 Ω

Při zkoušce byly proměřeny následující body:

- Kolejnice - rám podvozku.
- Kolejnice - kostra kontejneru pohonu RM1
- Kolejnice - kostra kontejneru pohonu RM2
- Kolejnice - kostra rozvaděče R3
- Skříň vozu - rám podvozku 1
- Skříň vozu - rám podvozku 2
- Skříň vozu - kostra statického měniče STM
- Skříň vozu - kolejnice
- Skříň vozu - uzemnění odpojovače OTZ
- Skříň vozu - filtr radiového rušení EMC
- Skříň vozu - kostra hlavního rozvaděče BR
- Skříň vozu - kostra hlavního linkového stykače
- Skříň vozu - kostra bateriové skříně



Obr. 16 Měření přístrojem MPO 01 [4]

Při ověřování hodnot impedance mezi skříní a ochranným vodičem pevného trakčního zařízení (kolejnice) na zkoušeném vozidle nebyly překročeny maximální impedance $0,05 \Omega$.

Přechodový odpor mezi skříní a příslušnými rámy podvozků nepřesáhnul povolenou hodnotu $0,02 \Omega$.

Mezi skříní vozidla a ochrannými vodiči trakčního zařízení (podvozky, kontejnery pohonu), byly vždy dvě cesty ochranného pospojování (každá cesta má průřez vodiče 35 mm^2), takže kdyby došlo k poruše jedné cesty, nedošlo by k žádnému nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Zkouška vyhověla.

6.4 Zkouška vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů

6.4.1 Zkouška Kalorifér stanoviště řidiče

Zkouška musí ověřit správnou činnost vytápění. Musí dále ověřit schopnost udržení teploty.

Zkušební zařízení použitá při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95
- Klešťový ampérmetr PK 300

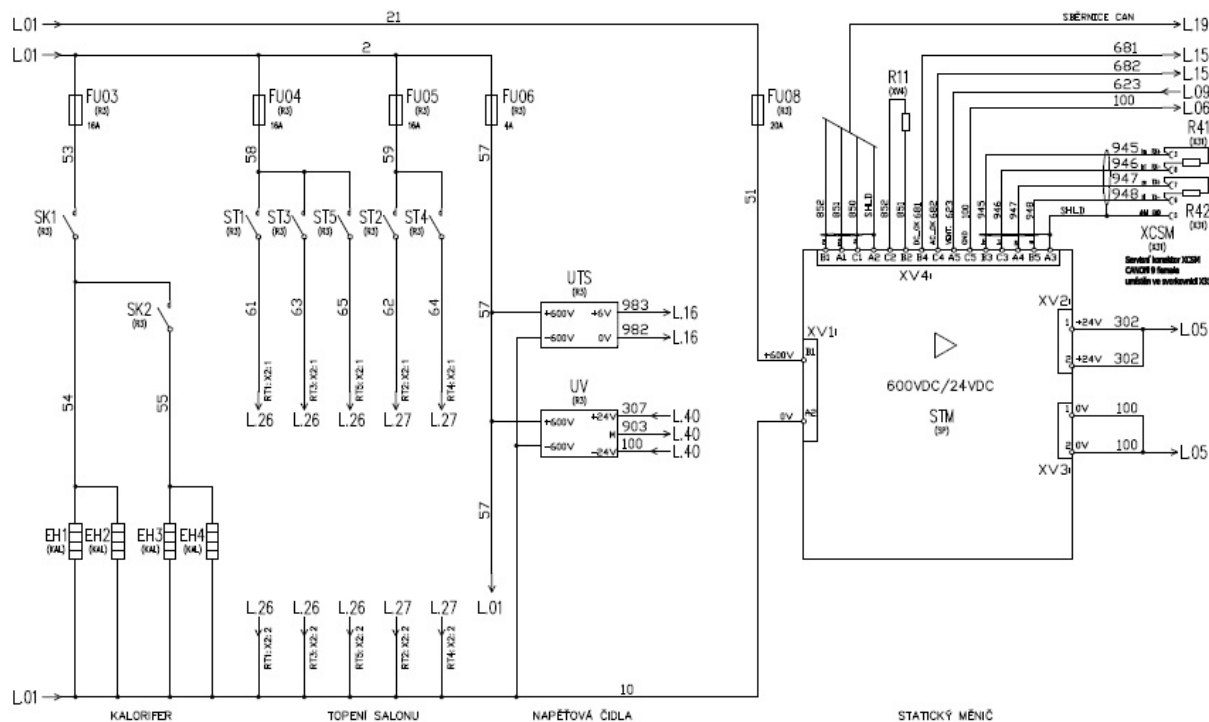


Schéma č. 2 Pomocné obvody 600V [5]

Atmosférické podmínky, podmínky zkoušky a bezpečnost

Teplota vnitřní: 20°C
Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ: Kalorifér TAU 02, výrobce Alfa Union, rok výroby 2011

Ovládání:

Napájecí napětí: 24 V DC

Odběr proudu: 1,4A

Topnice:

Napájecí napětí: 600 V DC

Odběr proudu: 10A

Výkon: 2x3000W

Měřená veličina:	Naměřené hodnoty
Napájecí napětí $U_{\text{OVLÁDÁNÍ}}$	25,76 V
Odběr proudu $I_{\text{OVLÁDÁNÍ}}$	1,33 A
Napájecí napětí U_{TOPNIC}	611 V
Odběr proudu I_{TOPNIC} 1.stupeň	4,95 A
Odběr proudu I_{TOPNIC} 2.stupeň	9,82 A

Tab. 1 Výsledky měření kaloriféru [4]

Kontrola funkce kaloriféru

Zapnutí a běh:

Nastavená teplota termostatu kaloriféru byla po dobu měření dodržena, přístroj pracuje správně.

Připínání topnic:

Přepnutí na první stupeň topení (výkon 3000W), správná funkce.

Přepnutí na druhý stupeň topení (výkon 6000W), správná funkce.

Funkce bezpečnostního relé:

Kontrola provozního stavu a simulované poruchy, správná funkce.

Zkouška správnosti chodu byla provedena podle výrobce. Naměřené hodnoty odpovídají údajům v příložené dokumentaci kaloriféru. Kalorifér je schopen bezpečného provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.4.2 Zkouška Klimatizační jednotka stanoviště řidiče

Zkouška musí ověřit správnou činnost větrání a chlazení. Musí dále ověřit schopnost udržení teploty a proudění vzduchu.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95

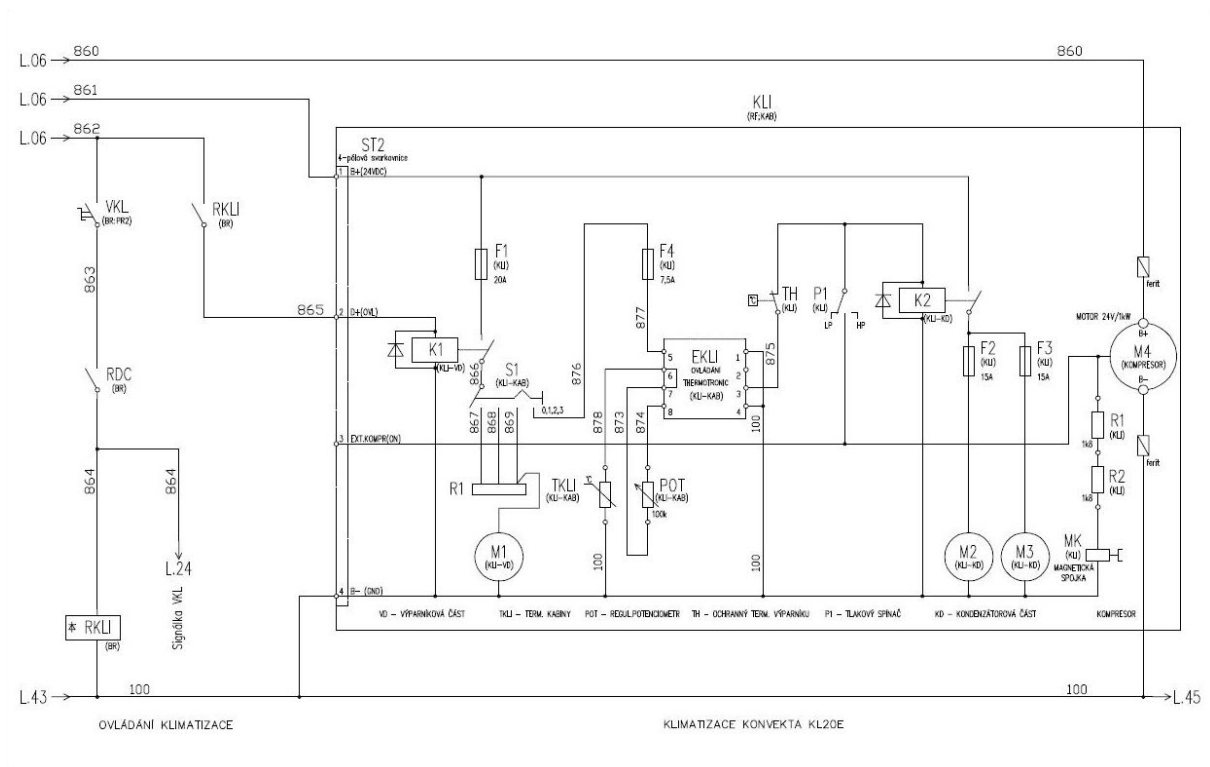


Schéma č. 3 Klimatizace [5]

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní: 20°C

Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ:KL20E, výrobce: KONVEKTA, rok výroby 2011

Napájecí napětí: 24 V DC

Odběr proudu: 69A

Příkon: 1650W

Jmenovité otáčky kompresoru 400 – max 6000 ot/min

Měřená veličina:	Naměřené hodnoty
Napájecí napětí U	26,02 V
Odběr proudu I	63,12 A

Tab. 2 Výsledky měření klimatizace [4]

Kontrola funkce klimatizace

Zapnutí a běh ventilace:

- poloha 1, ventilace funguje, minimální výkon vzduchu;
- poloha 2, ventilace funguje, střední výkon vzduchu;
- poloha 3, ventilace funguje, maximální výkon vzduchu.

Kontrola chlazení:

Nastavená teplota 18°C. Po zapnutí chlazení klimatizace se teplota okolí snížila během měření na nastavenou teplotu, přístroj funguje správně a udržuje nastavenou teplotu.

Zkouška správnosti chodu byla provedena podle výrobce. Naměřené hodnoty odpovídají údajům v příložené dokumentaci klimatizace. Klimatizace je schopna provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.4.3 Zkouška Topení salonu vozu

Zkouška musí ověřit správnou činnost vytápění. Musí dále ověřit schopnost udržení teploty.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95
- Klešťový ampérmetr PK 300

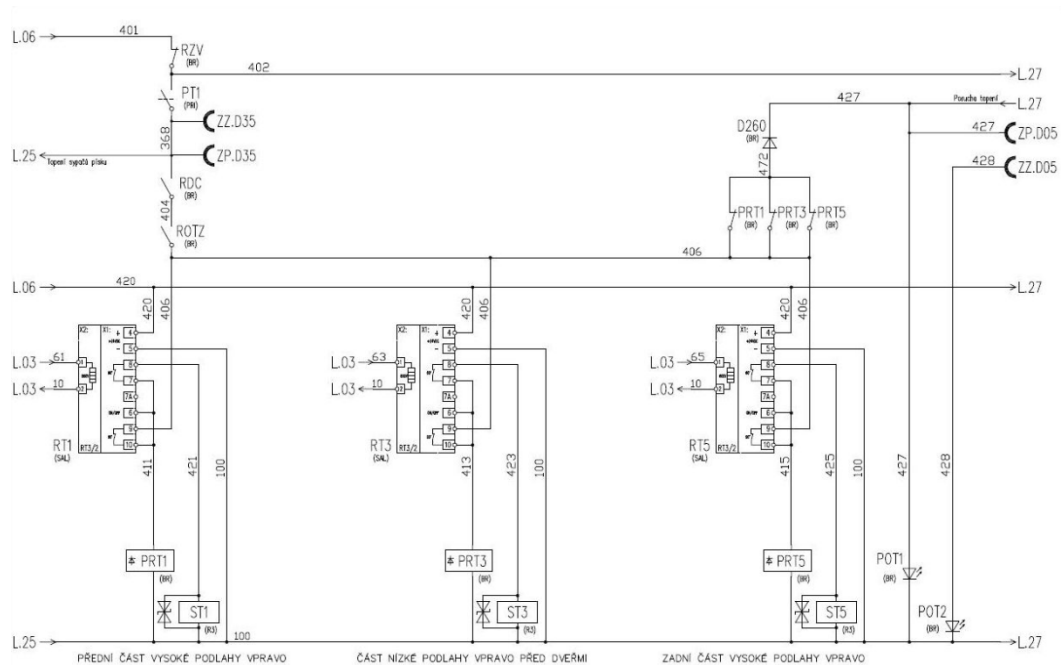


Schéma č. 4 Topení salónu 1. stupeň [5]

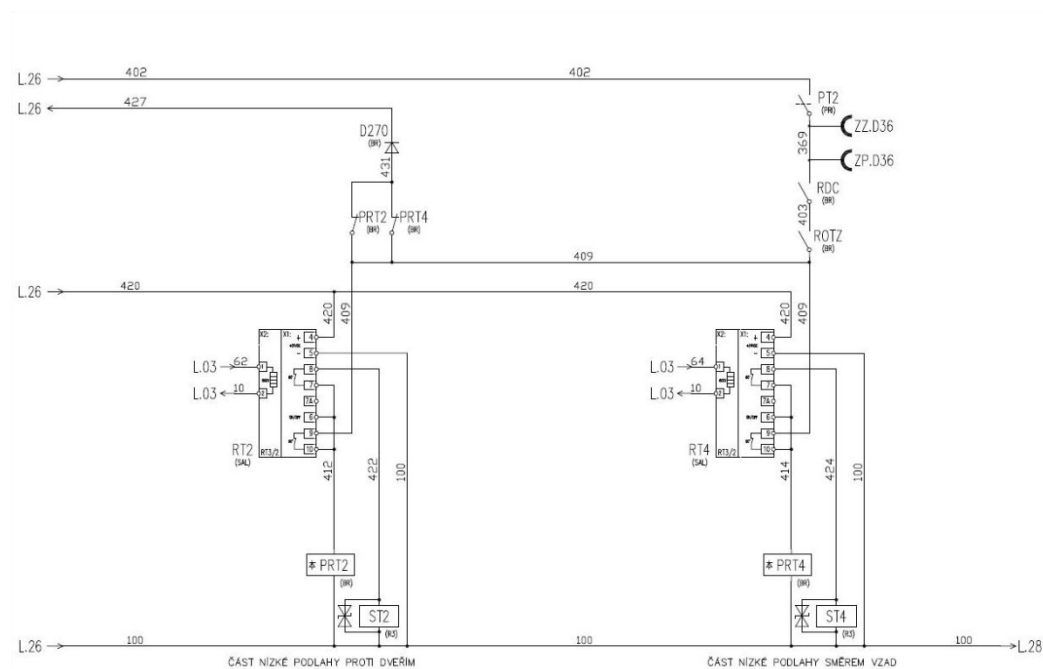


Schéma č. 5 Topení salónu 2. stupeň [5]

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní: 20°C
Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ: Topidlo RT3/2K, výrobce MEP Postřelmov, rok výroby 2011

Ovládání:

Jmenovité napájecí napětí: 24 V DC
Rozsah napájecího napětí: 16,8 V DC - 30 V DC
Topnice:
Jmenovité napájecí napětí: 600 V DC
Rozsah napájecího napětí: 470 V DC - 870 V DC
Ochrana krytem: IP 20
Jmenovitý topný výkon: 3000W
Příkon ovládacích obvodů: 18 W

Měřená veličina:	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5
Napájecí napětí $U_{\text{OVLÁDÁNÍ}}$	23,73 V	25,67 V	25,82 V	25,69 V	25,77 V
Odběr proudu $I_{\text{OVLÁDÁNÍ}}$	0,695 A	0,702 A	0,691 A	0,701 A	0,698 A
Napájecí napětí U_{TOPNIC}	605,12 V	604,97 V	604,95 V	605,1 V	605,15 V
Odběr proudu I_{TOPNIC}	4,951 A	4,958 A	4,959 A	4,955 A	4,957 A

Tab. 3 Výsledky měření [4]

Kontrola funkce topidla

Kontrola signalizace poruchy topení:

Simulace poruchy, signalizace ukazuje správně.

Zapnutí topení 1/2:

Po zapnutí topení na 1/2 fungují topidla TR1, RT3, RT5 a udržují nastavenou teplotu salónu, funkce bez závad.

Zapnutí topení 1/1:

Po zapnutí topení na 1/1 fungují topidla TR1, RT2, RT3, RT4, RT5 a udržují nastavenou teplotu salónu, funkce bez závad.

Zkouška správnosti chodu byla provedena podle výrobce. Naměřené hodnoty jsou v toleranci s údaji v příložené dokumentaci topení RT3/2K. Topení funguje správně, je schopno provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.5 Zkouška osvětlovacích systémů

6.5.1 Zkouška Osvětlení salonu vozu

Zkouška musí ověřit správnou činnost osvětlení. Při ztrátě 600 V DC nabíječe se zářivky přepnou na 50 % příkonu. Při rozjezdu tramvaje automaticky dochází v přední části vozidla k přechodu na tlumené osvětlení. Nástupní hrany jsou osvětleny doplňkovými svítidly. Intenzita osvětlení v prostorech pro cestující odpovídá Směrnici o hygienických požadavcích na pracovní prostředí.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95

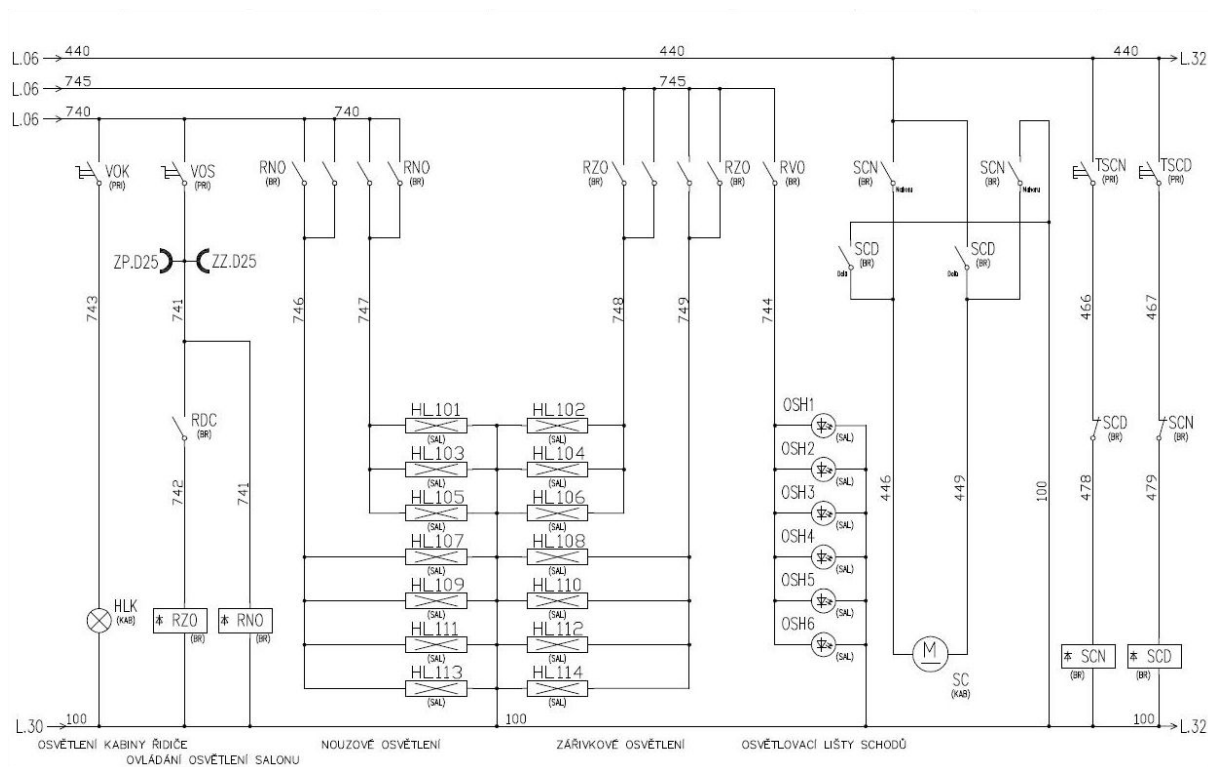


Schéma č. 6 Osvětlení salónu [5]

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní: 20°C

Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Osvětlení HL

Typ: Těleso osvětlovací (Modul 1-6), 1x21W/24V, výrobce SEC Nitra, rok výroby 2011.

Jmenovité napájecí napětí: 24 V DC

Příkon svítidla: 21W

Osvětlení hran schodů OSH

Typ: Osvětlení hrany schodu LED TV48312, 6W, 24 V, výrobce NORDEX

Jmenovité napájecí napětí: 24 V DC

Příkon svítidla: 5W

Svítidlo:	Napětí U [V]	Proud I [A]	Svítidlo:	Napětí U [V]	Proud I [A]
HL 101	26,20	0,801	HL 102	26,19	0,801
HL 103	26,20	0,801	HL 104	26,18	0,801
HL 105	26,18	0,802	HL 106	26,18	0,802
HL 107	26,17	0,803	HL 108	26,18	0,803
HL 109	26,17	0,803	HL 110	26,17	0,803
HL 111	26,17	0,803	HL 112	26,17	0,803
HL 113	26,16	0,803	HL 114	26,17	0,803
OSH 1	26,36	0,189	OSH 4	26,21	0,189
OSH 2	26,36	0,189	OSH 5	26,29	0,189
OSH 3	26,21	0,191	OSH 6	26,29	0,191

Tab. 4 Výsledky měření tělesa osvětlovací [4]

Kontrola funkce svítidla

Zapnutí větev nouzové osvětlení:

po zapnutí svítí zářivky HL101, HL103, HL105, HL107, HL109, HL111, HL113, osvětlení vyhovuje stanoveným podmínkám.

Zapnutí větev 1/1:

po zapnutí svítí zářivky HL101, HL102, HL103, HL104, HL105, HL106, HL107, HL108, HL109, HL110, HL111, HL112, HL113, HL114, osvětlení vyhovuje stanoveným podmínkám.

Vypnutí osvětlení 0:

po vypnutí všechna světla zhasla, osvětlení vyhovuje stanoveným podmínkám.

Odpojení 600V:

po odpojení napětí 600V se napájení 24V z nabíječe (statického měniče) automaticky přepnulo na napájení z baterie, osvětlení vyhovuje stanoveným podmínkám.

Osvětlení nástupních hran:

Vyhověla

Osvětlení OSH1, OSH2, OSH3, OSH4, OSH5, OSH6 vyhovuje stanoveným podmínkám.

Zkouška správnosti chodu byla provedena podle výrobce. Naměřené hodnoty jsou v toleranci s údaji v příložené dokumentaci svítidel. Osvětlení funguje správně, je schopno provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.6 Zkouška dveřních systémů

Musí být ověřeno, že vnější a vnitřní ovládání dveří a dálkové ovládání dveřních uzavíracích systémů splňují funkční požadavky.

Kontrola musí zahrnovat všechny dveřní indikátory, bezpečnostní smyčky řídicích systémů pro běžný a nouzový výstup a vstup za všech provozních podmínek.

Odzkoušení jednotlivých povelů pro řídicí jednotku.

Odzkoušení priority zadaných povelů a nastavení potřebných napěťových i proudových hodnot pro správnou funkci dle instalačního manuálu.

Nastavení časových hodnot relé v rozvaděči. Zkouška centrálního otevírání a zavírání.

Zkouška obsluhy venkovní a vnitřní poptávky, zkouška nouzového režimu, zkouška servisního ovládání.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510

- Vlhkoměr GFTH95

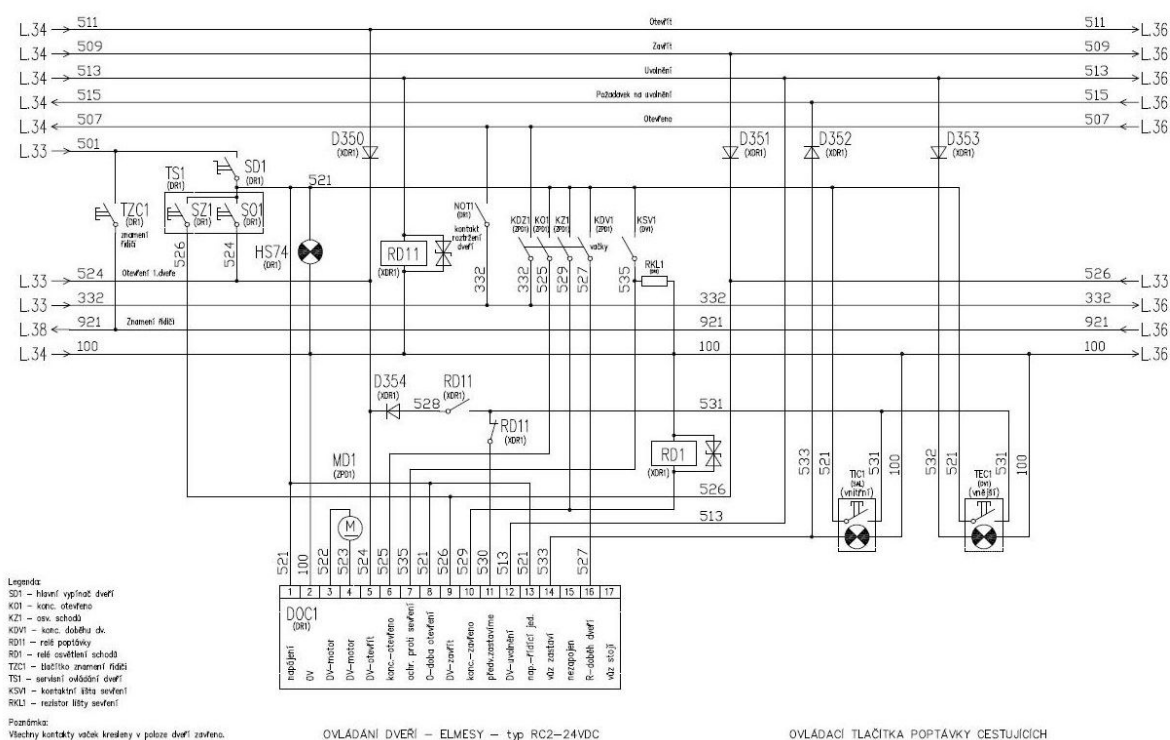


Schéma č. 7 Dveře č. 1 [5]

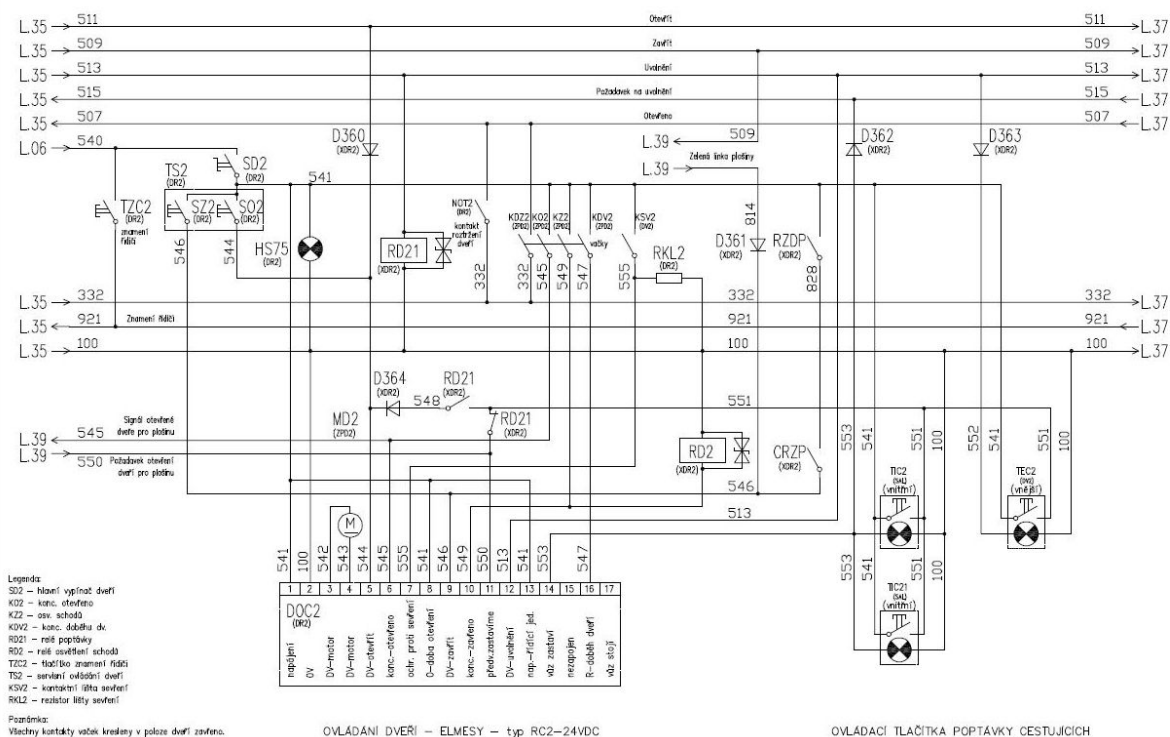


Schéma č. 8 Dveře č. 2 [5]

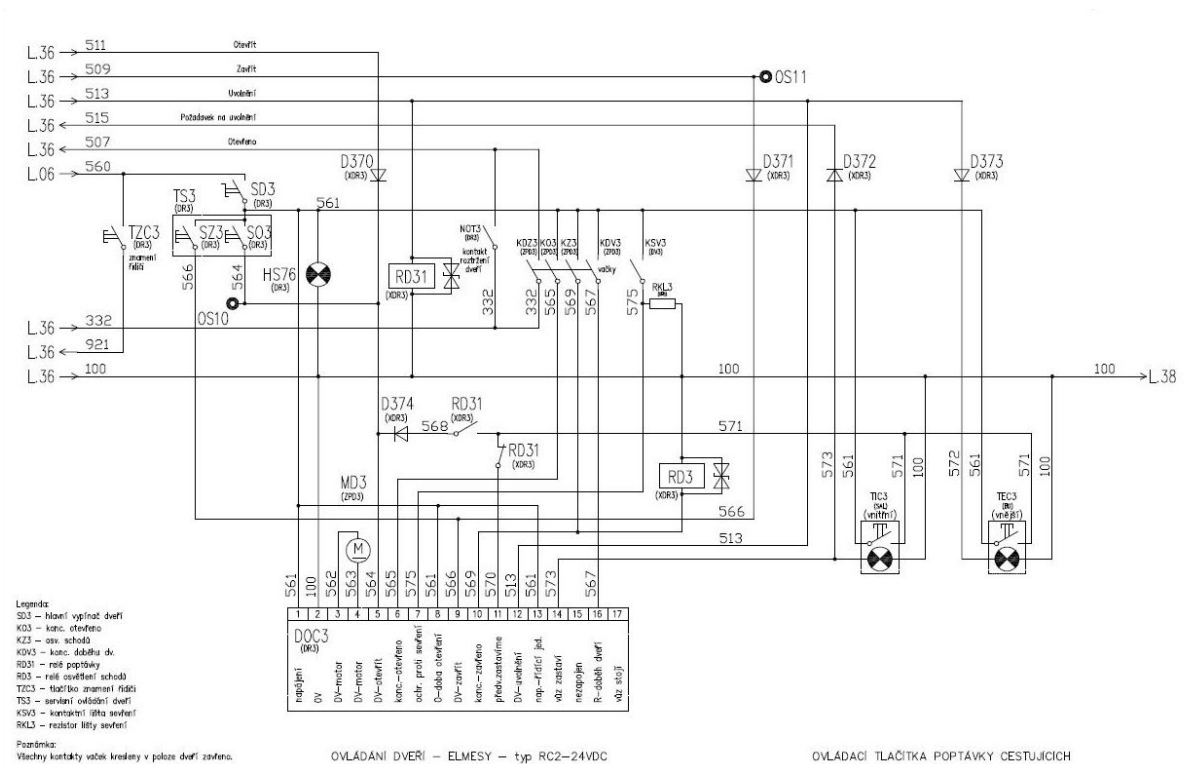


Schéma č. 9 Dveře č. 3 [5]

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní: 20°C

Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ: EG 000 101, výrobce IGE Brno, rok výroby 2011

Motor pohonu

Jmenovité napájecí napětí: 24 V DC

Max. jmenovitý proud motoru: 8A

Max. rozběhový proud motoru: 40A

Ochrana proti zkratu reaguje při $I > 42A \pm 5\%$

Řídicí jednotka RC2

Napájecí napětí 24 V DC $\pm 30\%$

Odběr 200 mA max

Rozsah pracovních teplot - 40/+ 70 °C

Krytí IP00

RC2 24 V DC je řídicí systém pro řízení elektrických pohonů dveří.

Výsledek měření Dveře 1

Napájecí napětí: 25,72 V DC, vyhovuje toleranci

Motor pohonu (parametry nastaveny podle tabulky výrobce)

Napájecí napětí: 11 V DC

Redukované napětí motoru: 8,5 V

Proudová mez I_{MAX} : 40%

(Rozsah nastavení 0 – 99%, kde hodnotě 99% odpovídá proud cca. 8 A. Při nastavení hodnoty 100% je ochrana vypnutá.

Nastavené parametry jsou v toleranci výrobce a vyhovují technickým podmínkám.

Řídicí jednotka RC2

Napájecí napětí: 25,74 V

Proud 177 mA

Funkční zkouška:

Funkce dveří: čas zavírání/otevírání nastaven 1s:

čas otevírání a zavírání nastaven, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace zablokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace odblokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám

Kontrola nouzového otevření dveří (NOD):

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy otevřeno došlo k uvolnění dveří a jejich otevření,

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy zavřeno se dveře uzavřely, vyhovuje technickým podmínkám.

Nastavení koncových kontaktů:

koncové kontakty váček dveří pracují spolehlivě ve všech polohách, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Ochrana proti sevření:

Ochrana proti sevření provedena podle návodu výrobce, ochrana v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Dveřní bezpečnostní smyčka:

Po uzavření dveří smyčka uzavřena, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola funkčnosti vnitřní a vnější předvolby:

vnitřní a vnější předvolby fungují správně; signalizace, otevírání a zavírání dveří vyhovuje technickým podmínkám.

Výsledky měření Dveře 2

Napájecí napětí: 26,13 V DC, vyhovuje toleranci

Motor pohonu (parametry nastaveny podle tabulky výrobce)

Napájecí napětí: 11 V DC

Redukované napětí motoru: 8,5 V

Proudová mez I_{MAX} : 40%

(Rozsah nastavení 0 – 99%, kde hodnotě 99% odpovídá proud cca. 8 A. Při nastavení hodnoty 100% je ochrana vypnutá.

Nastavené parametry jsou v toleranci výrobce a vyhovují technickým podmínkám.

Řídicí jednotka RC2

Napájecí napětí: 26,11 V

Proud 174,71 mA

Funkční zkouška:

Funkce dveří: čas zavírání/otevírání nastaven 1s:

čas otevírání a zavírání nastaven, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace zablokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace odblokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola nouzového otevření dveří (NOD):

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy otevřeno došlo k uvolnění dveří a jejich otevření,

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy zavřeno se dveře uzavřely, vyhovuje technickým podmínkám.

Nastavení koncových kontaktů:

koncové kontakty váček dveří pracují spolehlivě ve všech polohách, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Ochrana proti sevření:

Ochrana proti sevření provedena podle návodu výrobce, ochrana v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Dveřní bezpečnostní smyčka:

Po uzavření dveří smyčka uzavřena, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola funkčnosti vnitřní a vnější předvolby:

vnitřní a vnější předvolby fungují správně; signalizace, otevírání a zavírání dveří vyhovuje technickým podmínkám.

Výsledky měření Dveře 3

Napájecí napětí: 25,9 V DC, vyhovuje toleranci

Motor pohonu (parametry nastaveny podle tabulky výrobce)

Napájecí napětí: 11 V DC

Redukované napětí motoru: 8,5 V

Proudová mez I_{MAX} : 40%

(Rozsah nastavení 0 – 99%, kde hodnotě 99% odpovídá proud cca. 8 A. Při nastavení hodnoty 100% je ochrana vypnutá.

Nastavené parametry jsou v toleranci výrobce a vyhovují technickým podmínkám.

Řídicí jednotka RC2

Napájecí napětí: 25,9 V

Proud 176,07 mA

Funkční zkouška:

Funkce dveří: čas zavírání/otevírání nastaven 1s:

čas otevírání a zavírání nastaven, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace zablokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola signalizace odblokovaných dveří:

signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám

Kontrola nouzového otevření dveří (NOD):

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy otevřeno došlo k uvolnění dveří a jejich otevření,

po přestavení páky nouzového otvírání do polohy zavřeno se dveře uzavřely, vyhovuje technickým podmínkám.

Nastavení koncových kontaktů:

koncové kontakty vaček dveří pracují spolehlivě ve všech polohách, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Ochrana proti sevření:

Ochrana proti sevření provedena podle návodu výrobce, ochrana v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Dveřní bezpečnostní smyčka:

Po uzavření dveří smyčka uzavřena, signalizace v pořádku, vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola funkčnosti vnitřní a vnější předvolby:

vnitřní a vnější předvolby fungují správně; signalizace, otevírání a zavírání dveří vyhovuje technickým podmínkám.

Závěrečná zkouška dveří 1 – 3 byla provedena podle manuálu výrobce v souladu s technickými podmínkami.

Dveře 1 – 3 jsou schopny bezpečného provozu.

6.7 Zkouška pískovačů

Zkouška musí ověřit správnou činnost pískovacího zařízení.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95

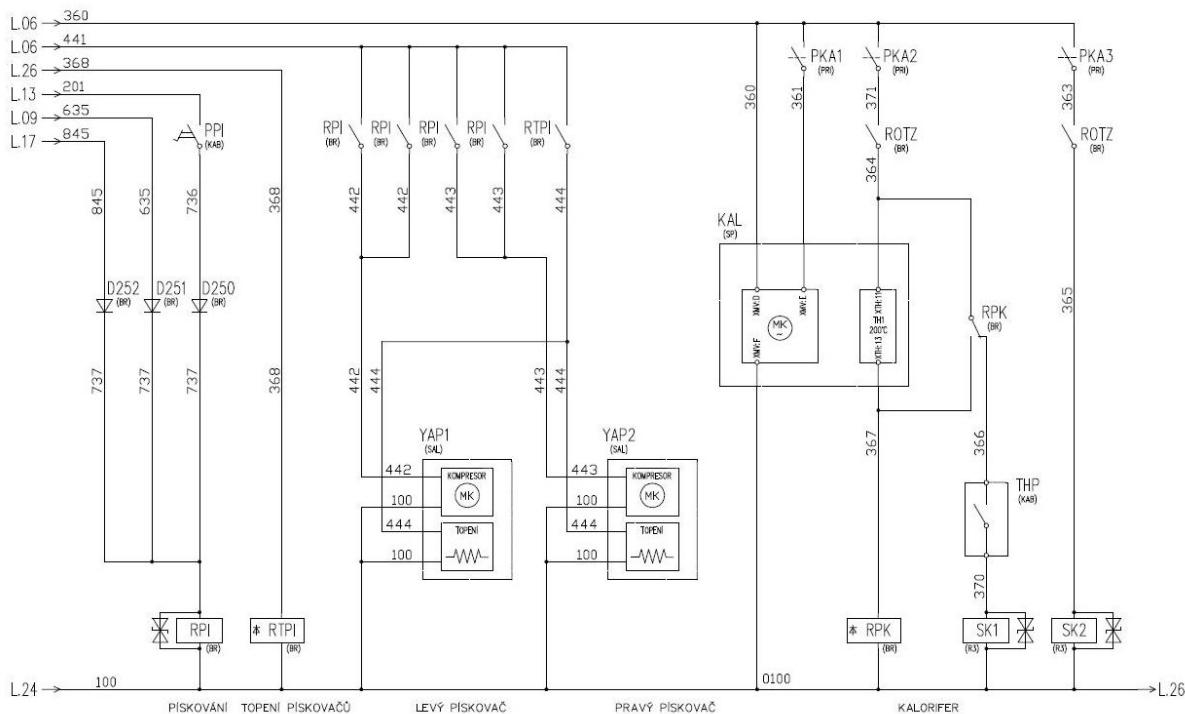


Schéma č. 10 Pískovače [5]

Atmosférické podmínky

Teplota vnitřní: 20°C
Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ: PZKV-01, výrobce: TRIBOTEC, rok výroby 2011

Dmýchadlo:

Napájecí napětí: 24 V DC
Příkon: 150 W

Topné těleso

Napájecí napětí: 24 V DC
Příkon: 50 W

Přístroj:	Měřená veličina:	YAP1	YAP2
Kompresor	Napětí U	26,15 V	25,21 V
	Proud I	5,51 A	5,95 A
Topné těleso	Napětí U	26,18 V	25,17 V
	Proud I	1,91 A	1,97 A

Tab. 5 Výsledky měření pískovače [4]

Kontrola funkce pískovače

Zapnutí a běh:

- manuálně, zapnutí pedál pískování, funkce vyhovuje technickým podmínkám
- automaticky, řízení povely protismykové ochrany, funkce vyhovuje technickým podmínkám.

Kontrola ohřívání:

po zapnutí správně předejde sypkého materiálu, vyhovuje technickým podmínkám.

Zkouška správnosti chodu byla provedena podle výrobce. Naměřené hodnoty odpovídají údajům v příložené dokumentaci pískovačů. Pískovače jsou schopny provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.8 Zkouška hlavní vypínač – linkový stykač

Zkouška musí ověřit správnou činnost hlavního vypínače.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95
- Klešťový ampérmetr PK 300

Atmosférické podmínky, podmínky zkoušky a bezpečnost

Teplota vnitřní: 20°C

Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem:

Typ: Linkový stykač, výrobce Alfa Union, rok výroby 2011

Ovládání:

Napájecí napětí: 24 V DC

Jmenovité napětí: 750V

Provozní napětí: 495 – 900V

Jmenovitý proud: 350A

Maximální vypínací proud: 450A

Minimální vypínací proud: 50A

Měřená veličina:	Naměřené hodnoty
Napájecí napětí	24,56 V
Jmenovité napětí	611 V

Tab. 6 Výsledky měření linkový stykač [4]

Kontrola funkce linkového stykače

Zapnutí:

Po přivedení napájecího napětí došlo ke spojení silových kontaktů linkového stykače, přístroj pracuje správně.

Vypnutí:

Při vypnutí napájecího napětí došlo k rozpojení silových kontaktů linkového stykače, přístroj pracuje správně.

Zkouška správnosti chodu byla opakovaně provedena. Naměřené hodnoty odpovídají údajům v příložené dokumentaci linkového stykače. Linkový stykač je schopen bezpečného provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.9 Zkouška nabíječ baterie – statický měnič

Zkouška musí ověřit správnou činnost statického měniče. Musí dále ověřit schopnost udržení teploty a proudění vzduchu.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95
- Klešťový ampérmetr PK 300

Atmosférické podmínky, podmínky zkoušky a bezpečnost

Teplota vnitřní: 20°C
Vlhkost: 28 %

Technická data udaná výrobcem

Typ: Statický měnič NST - 3082, dodavatel ELEKTRIC, rok výroby 2011

Jmenovité vstupní napětí: 600/750 V DC
Vstupní proud jmenovitý: 20A
Vstupní proud špičkový: 25A
Jmenovité výstupní napětí: 27,5 V DC
Stabilita výstupního napětí: +/- 1%
Jmenovitý výstupní proud: 240 A
Maximální výstupní proud: 270 A / min. 10 s

Měřená veličina:	Naměřené hodnoty
Vstupní napětí	615 V
Vstupní proud	19,7 A
Výstupní napětí	27,5 V
Výstupní proud	192,3 A

Tab. 7 Výsledky měření statický měnič [4]

Kontrola funkce statického měniče

Zapnutí:

Po přivedení napájecího napětí se na výstupních svorkách objevilo napětí 27,5 V, dobíječ začal pracovat, přístroj pracuje správně.

Vypnutí:

Po vypnutí napájecího napětí na výstupních svorkách zaniklo napětí 27,5 v, dobíječ přestal pracovat, přístroj pracuje správně.

Zkouška správnosti chodu byla opakovaně provedena. Naměřené hodnoty odpovídají údajům v příložené dokumentaci statického měniče. Statický měnič je schopen bezpečného provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.10 Zkouška řídicí systémy – ovladače stanoviště řidiče

Zkouška musí ověřit správnou činnost ovladačů.

Zkušební zařízení použita při zkoušce

- Přístroj PU 510
- Vlhkoměr GFTH95

Atmosférické podmínky, podmínky zkoušky a bezpečnost

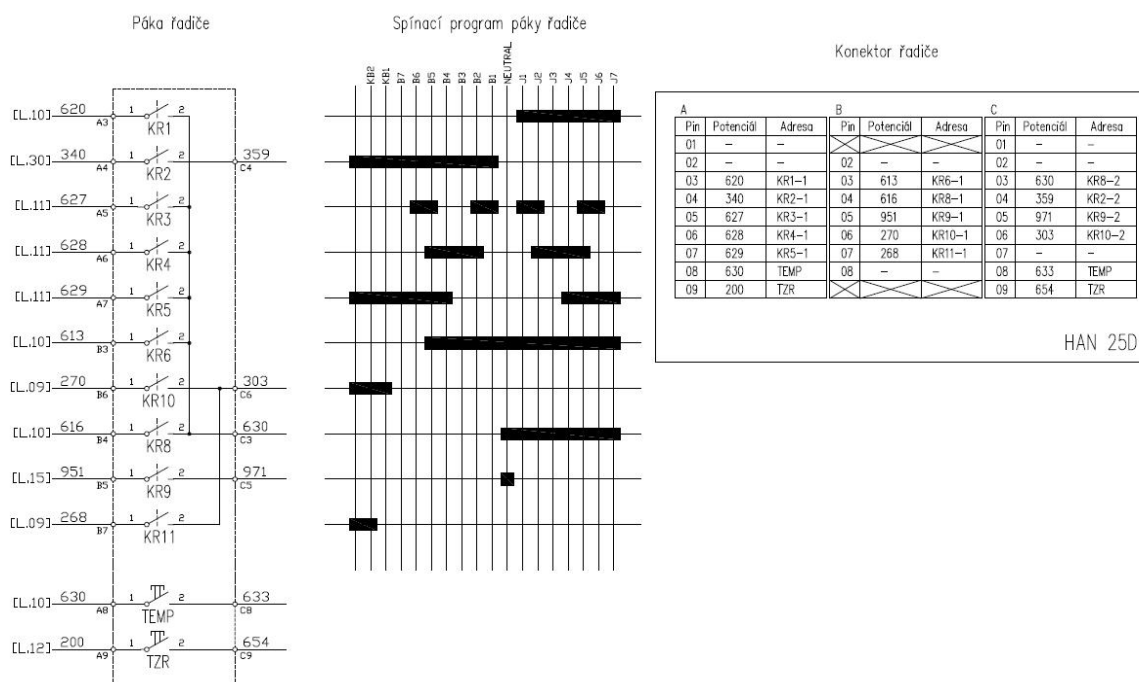
Teplota vnitřní: 20°C

Vlhkost: 28 %

6.10.1 Zkouška řadiče

Technická data udaná výrobcem

Typ: Jízdní řadič KRD 56, výrobce LEKOV, rok výroby 2011



Typ: 2KRD56-modifikace se dvěma tlačítky v rukojeti pro zvonec (pravé) a tempomat (levé)

Schéma č. 11 Jízdní řadič [5]

Ovládání:

Napájecí napětí: 24 V DC

Kontrola funkce jízdního řadiče

Páka v poloze J:

V oblasti polohy J (jízda) jízdního řadiče pracují kontakty KR podle spínacího programu, přístroj pracuje správně.

Páka v poloze N:

V oblasti polohy N (neutrál) jízdního řadiče pracují kontakty KR podle spínacího programu, přístroj pracuje správně.

Páka v poloze B:

V oblasti polohy B (brzda) jízdního řadiče pracují kontakty KR podle spínacího programu, přístroj pracuje správně.

Páka v poloze RB:

V oblasti polohy RB (rychlbrzda) jízdního řadiče pracují kontakty KR podle spínacího programu, přístroj pracuje správně.

Zkouška správnosti chodu byla opakovaně provedena. Spínací program odpovídá programu v příložené dokumentaci jízdního řadiče. Jízdní řadič je schopen bezpečného provozu dle technických podmínek a podmínek udaných výrobcem.

6.10.2 Zkouška ovladačů

Ovládání:

Napájecí napětí: 24 V DC

Ovladače v levé části pultu řidiče:

- ovládání zrcátek, poloha L/O/P
- baterie zapnout, poloha 1
- baterie vypnout, poloha 1
- směr jízdy, poloha P/0/Z
- řízení, poloha 0/1/2

Ovladače vyzkoušeny ve všech svých pracovních polohách, pracují spolehlivě.

Ovladače ve střední části pultu řidiče:

- stěrač zapnout, poloha 1
- ostřikovač zapnout, poloha 1
- stěrač, cyklovač, poloha C/0/S
- mycí stroj zapnout, poloha 1
- světelná houkačka, tlumená světla, dálková světla, poloha SH/TL/DL
- kalorifér, poloha 0/V/1/2
- výhybka, poloha L/0/P
- venkovní osvětlení, poloha D/0/P/TL
- topení salónu, poloha 0/1/2
- dveře 1, poloha OTV/0/ZAV
- dveře, poloha OTV/ZAV/ODJ
- zvonec zapnout, poloha 1
- směrovky, poloha vlevo/0/vpravo
- skluz (pískování manuálně) zapnout, poloha 1
- osvětlení salonu, poloha 0/N/1
- osvětlení kabiny řidiče, poloha 0/1

Ovladače vyzkoušeny ve všech svých pracovních polohách, pracují spolehlivě.

Zkouška správnosti chodu byla opakovaně provedena. Ovladače pracují v souladu s technickou dokumentací a ustanovením technických podmínek.

7 Závěr

Kusové zkoušky byly provedeny podle normy ČSN EN 50215 ed.2 Drážní zařízení – Zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu.

Nejedná se o prototyp, proto nebylo třeba vykonat typové zkoušky, pro prokázání, že konstrukce vozidla vyhověla stanoveným požadavkům a jednotlivé části jsou v souladu s ustanovením příslušných norem. Tato zkouška je přísnější než kusová.

Vůz, který je předmětem mojí bakalářské práce, byl zkoušen podle kusových zkoušek.

V první fázi zkoušek byly provedeny dielektrické zkoušky, pro posouzení dielektrické pevnosti vodičů mezi sebou a mezi několika obvody s různou hladinou izolace. Bylo zjištěno, že montáž byla provedena v souladu s doloženou technickou dokumentací, nebylo shledáno žádné porušení izolace vodičů při samotné montáži. Správným způsobem bylo provedeno vzájemné oddělení různých napěťových skupin. Způsob oddělení vysokého napětí od datových vodičů z hlediska elektromagnetické kompatibility byl proveden v souladu s příslušnými normami.

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí:

Je provedena u všech obvodů izolací, kryty, zábranou, polohou dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2

Elektrická zařízení umístěná v uzavřených elektrických provozovnách dle ČSN EN 50153 ed.2

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí:

1. Elektrická síť 600 V DC – ochrana dle ČSN EN 50153 ed.2

2. Elektrická síť 24 V DC – ochrana dle ČSN EN 50153 ed.2

Soupis provedených úkonů:

Měření izolačního stavu trakčních obvodů dle ČSN EN 50215 ed.2

Měření přechodového odporu ukostření a ukolejení dle ČSN EN 50153 ed.2

Měření tolerance napětí na přírodních svorkách elektrických zařízení dle ČSN EN 60077-1

Vizuální kontrola elektrické instalace.

Zkoušky pod trolejí na zkušebním polygonu dle ČSN EN 50215 ed.2 a příslušných Technických podmínek.

Při zkoušce zkušebním napětím byly provedeny veškeré ochrany přístrojů tak, aby se zabránilo případnému výskytu abnormálních napětí způsobených induktivním nebo kapacitním účinkem.

Zařízení, které by mohlo být zkouškou poškozeno, např. elektronické součástky byly odpojeny nebo zkratovány.

Byly přezkoušeny obě napěťové hladiny 24 V DC a 600 V DC, nebyly zjištěny žádné nesrovnalosti, dielektrikum použitých kabelů a vodičů bylo v rozmezí standardů daných výrobcem v pořádku.

Stanovené hodnoty při zkoušce izolačního odporu byly překročeny násobně, nebyly v žádném případě limitní, spolehlivě překročily žádané hodnoty 5 M Ω pro obvody vyšší než 300 V DC a 1 M Ω pro obvody nižší než 300 V DC.

Tyto podmínky a podmínky okolí (teplota a relativní vlhkost) byly zaznamenány.

Zkouška ochranného pospojování a zpětných obvodů prokázala, že vozidlo splňuje podmínky kontraktu a EN 50153 ed.2. Bylo prověřeno, že propojky mají vhodnou délku, ukostření a svorky propojek zpětných obvodů jsou snadno přístupné a viditelné při kontrole.

Zkouška zařízení pro nabíjení baterie byla úspěšná, výstupní napětí 27,5 V DC nabíječe zcela odpovídá kontraktu a technickým podmínkám vozidla pro jeho každodenní provoz. Nabíjecí výkon je dostatečný pro úplné nabití baterie během běžného provozního 24hodinného cyklu. Zařízení je schopno nabíjet baterii při všech provozních podmínkách stanovených kontraktem.

Zkouška vytápěcích, větracích a klimatizačních systémů byla provedena v souladu s technickou dokumentací, v souladu s pokyny výrobce a technickými podmínkami. Byla vyhodnocena jako úspěšná. Byla zkontrolována schopnost udržet nastavenou teplotu a správné proudění vzduchu.

Při zkoušce osvětlovacích systémů bylo ověřeno, že všechna svítidla svítí a spínače osvětlení jsou funkční i při poruchových stavech v souladu s technickými podmínkami.

Při zkoušce dveřních systémů byla prokázána jejich správná činnost v souladu s technickými podmínkami.

Seznam použité literatury

- [1] www.pragoimex.cz
- [2] www.kos.cz
- [3] Foto Petr Michalčák 2011
- [4] Měření Petr Michalčák 2012
- [5] Základní schéma tramvaje, Pragoimex Praha
- [6] ČSN EN 50153 ed.2 (333503)
Drážní zařízení - Drážní vozidla - Opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem
- [7] ČSN EN 50215 ed.2 (341565)
Drážní zařízení - Drážní vozidla - Zkoušení drážních vozidel po dokončení a před uvedením do provozu
- [8] ČSN 33 2000-4-41 ed.2 (332000)
Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [9] ČSN EN 50343 (341570)
Drážní zařízení - Drážní vozidla - Pravidla pro kladení kabelů
- [10] ČSN 28 1300 (281300)
Tramvajová vozidla - Technické požadavky a zkoušky
- [11] 50/1978 Sb. Vyhláška o odborné způsobilosti v elektrotechnice.
- [12] 100/1995 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení).
- [13] ČSN EN 60077-1 (341510)
Drážní zařízení - Elektrická zařízení drážních vozidel - Část 1: Všeobecné provozní podmínky a všeobecná pravidla

Seznam příloh

Příloha č. 1 Seznam obrázků

Příloha č. 2 Seznam tabulek

Příloha č. 3 Seznam schémat

Příloha č. 1 Seznam obrázků

Obr. 1 Tramvaj T3LF v Plzni	str. 2
Obr. 2 Hlavní rozvaděč	str. 3
Obr. 3 Svorkovnice dveří	str. 4
Obr. 4 Jednotka řízení dveří	str. 4
Obr. 5 Pohon dveří	str. 4
Obr. 6 Osvětlení salonu cestujících	str. 5
Obr. 7 Přední pult řidiče	str. 5
Obr. 8 Zadní pult řidiče	str. 6
Obr. 9 Topení salonu cestujících	str. 6
Obr. 10 Linkový stykač	str. 7
Obr. 11 Sběrač	str. 7
Obr. 12 Pískovač	str. 8
Obr. 13 Statický měnič	str. 8
Obr. 14 Jízdní řadič	str. 8
Obr. 15 Měření izolačního odporu	str. 14
Obr. 16 Měření přístrojem MPO 01	str. 18

Příloha č. 2 Seznam tabulek

Tab. 1 Výsledky měření kaloriféru	str. 19
Tab. 2 Výsledky měření klimatizace	str. 20
Tab. 3 Výsledky měření	str. 22
Tab. 4 Výsledky měření tělesa osvětlovací	str. 23
Tab. 5 Výsledky měření pískovač	str. 30
Tab. 6 Výsledky měření linkový stykač	str. 30
Tab. 7 Výsledky měření statický měnič	str. 31

Příloha č. 3 Seznam schémat

Schéma č. 1 Trakční obvody 600V	str. 17
Schéma č. 2 Pomocné obvody 600V	str. 18
Schéma č. 3 Klimatizace	str. 20
Schéma č. 4 Topení salónu 1. stupeň	str. 21
Schéma č. 5 Topení salónu 2. stupeň	str. 21
Schéma č. 6 Osvětlení salónu	str. 23
Schéma č. 7 Dveře č. 1	str. 25
Schéma č. 8 Dveře č. 2	str. 25
Schéma č. 9 Dveře č. 3	str. 26
Schéma č. 10 Pískovače	str. 29
Schéma č. 11 Jízdní řadič	str. 32